단원 종합 문제

1 변전소의 역할에 대한 내용이 아닌 것은?

① 전압 변성 ② 전력의 집중과 배분 ③ 전력조류의 제어
④ 계통과 설비 보호 ⑤ 전력 생산

2 변전소의 구성 설비와 그 역할이 잘못 설명된 것은?

① 주변압기 – 전압을 변성
② 차단기 – 고장 발생시 고장 전류의 차단
③ 보호 계전기 – 전압 조정과 역률 개선
④ 피뢰기 – 이상 전압으로부터 전력 기기 보호
⑤ 모선 – 변압기, 차단기, 부속 설비의 접속

3 차단기가 가져야 할 구성 요건으로 적합하지 않은 것은?

① 투입 상태에서 양호한 도체이어야 한다.
② 개방 상태에서 양호한 도체이어야 한다.
③ 투입시 이상 전압 발생 없이 투입이 되어야 한다.
④ 개방시 아크에 의한 접촉자의 손상이 없어야 한다.
⑤ 이상 조건하에서도 열적으로, 구조적으로 견딜 수 있어야 한다.

4 조상 설비에 대한 설명 중 잘못된 것은?

① 조상 설비는 전압 조정을 위하여 무효전력을 흡수하기도 한다.
② 회전기로는 동기 조상기, 분로 리액터 등이 있다.
③ 최근에는 회전기보다 정지기가 많이 사용되고 있다.
④ 전력용 콘덴서를 설치하여 부하의 역률을 개선한다.
⑤ 심야에 전압 상승을 억제하기 위하여 분로 리액터를 설치한다.

5 보호 계전기가 구비하여야 할 조건 중 잘못된 것은?

① 보호 동작이 정확하고 감도가 양호할 것
② 보수, 점검이 용이할 것
③ 오랫동안 사용하더라도 특성이 변화하지 않을 것
④ 온도와 파형 등에 민감할 것
⑤ 가격이 싸고, 소비 전력도 적을 것

정답 | **1** ⑤ **2** ③ **3** ② **4** ② **5** ④

- 송길영(2003). 「최신 송배전공학」. 동일출판사.
- 송길영(2005). 「신편 전력계통공학」. 동일출판사.
- 이은학 외 4인(2004). 「송배전공학」. 동일출판사.
- 한국전력(2009). 「신입송변전기초 Ⅰ」. KEPCO Academy.
- 한국전력(2009). 「신입송변전기초 Ⅱ」. KEPCO Academy.
- 한국전력(2009). 「신입송변전기초 Ⅲ」. KEPCO Academy.

3 배전

학습 목표 |

1. 배전 설비의 구성에 대하여 설명할 수 있다.
2. 배전 선로에 사용되는 설비에 대하여 설명할 수 있다.
3. 배전 계통에 발생하는 전기적 현상을 설명할 수 있다.

1 배전 선로의 개요

우리나라에서 사용하고 있는 배전 전압은 3상 22.9〔kV〕이다. 배전용 변전소의 변압기에서 강압된 22.9〔kV〕는 규모가 큰 공장 등에는 그대로 공급되며, 소규모 공장이나 일반 가정에는 전주에 부설되어 있는 주상 변압기를 거쳐 다시 220〔V〕 또는 380〔V〕로 강압되어 사용된다. 일반적으로 일반 가정에 공급되는 전압은 단상 220〔V〕이고, 동력이 필요한 소규모 공장 등에는 3상 4선식 380/220〔V〕가 공급된다.

배전 설비는 수용가의 전력 설비와 가장 근접하여 시설되어 있기 때문에, 배전 선로의 고장은 수용가의 전력 설비에 직접적인 영향을 미치게 된다. 또한 배전 설비에 의한 전기 안전사고가 발생하지 않도록 사용되는 모든 기기는 완전히 절연된 전력 설비를 설치하고, 그 시설에 대한 철저한 유지, 보수는 물론 올바른 전기 사용 방법과 안전에 대한 홍보가 필요하다.

2 배전 선로의 배전 방식

1. 특고압 배전 방식

우리나라의 특고압 배전 방식은 그림 Ⅱ-34와 같이 Y 결선 방식을 사용하고 있다. Y 결선된 중성점에서 중성선을 인출하여 이 중성선을 일정한 간격으로 접지하고 있는데, 이러한 방식을 22.9〔kV〕 다중 접지 계통 방식이라고 한다. 전압선의 한 상과 중성선 사이에 나타나는 상전압은 13.2〔kV〕이고, 전압선의 한 상과 또 다른 전압선 사이에 나타나는 선간 전압은 22.9〔kV〕가 된다. 이 방식은 변전소에서 인출될 때 3상

4선식으로 인출되지만, 선로 말단과 분기 선로에서 단상 부하만 있는 경우에는 단상 2선식으로 선로를 구성할 수 있다. 그러나 단상 선로의 구성률이 높은 경우에는 부하 불평형이 발생하므로, 현재는 대부분의 선로를 3상화하여 운영하고 있다. 배전 선로의 전압선은 안전을 위하여 절연 전선을 사용하고 있으며, 중성선은 나선을 사용하고 있다.
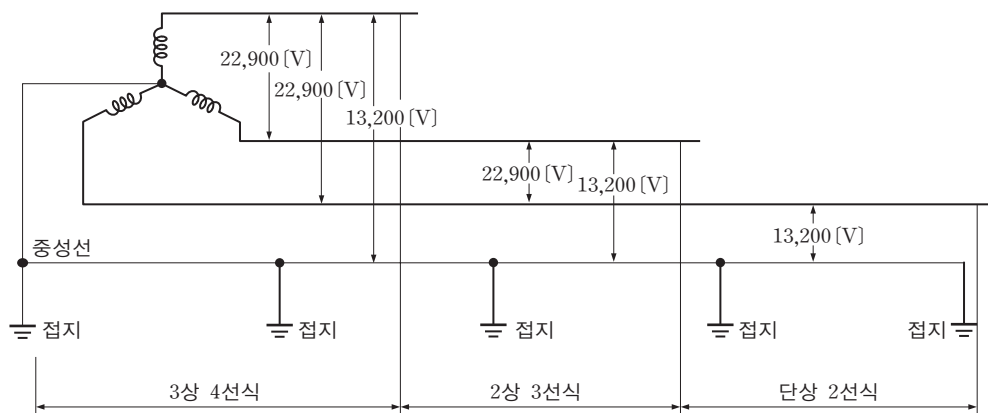
그림 Ⅱ-34 특고압 배전 방식

2. 저압 배전 방식

(1) 단상 2선식(220〔V〕)

그림 Ⅱ-35의 단상 2선식 배전 방식은 단상 교류 전기를 전선 2가닥으로 구성하여 주로 일반 가정의 전기를 공급하는 방식으로 사용하고 있다. 우리나라에서는 110〔V〕는 사용하지 않고 220〔V〕 전압 방식으로 단일화하여 사용하고 있다.
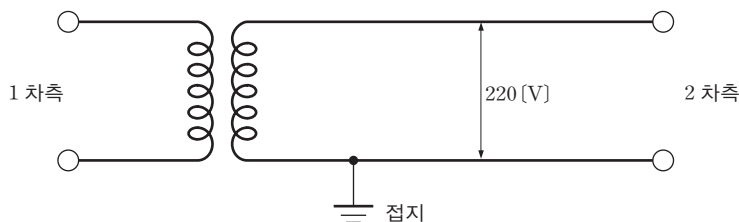
그림 Ⅱ-35 단상 2선식 결선(220〔V〕)

(2) 단상 3선식(220〔V〕, 110〔V〕)

그림 Ⅱ-36의 단상 3선식 배전 방식은 단상 교류 전기를 전선 3가닥으로 구성하여 배전하는 방식이다. 이 방식은 일반 가정의 전등 부하 또는 소규모의 공장 등에 전력

을 공급하는 방식이다. 결선에 따라 단상 220〔V〕 또는 110〔V〕 전압을 사용할 수 있어, 한 곳에 두 종류의 전압이 필요한 경우 이 배전 방식을 사용한다. 그러나 중성선이 단선되면 부하가 적게 걸린 단자의 전압이 상승하여 과전압이 인가될 수 있어 현재는 사용 빈도가 낮다.
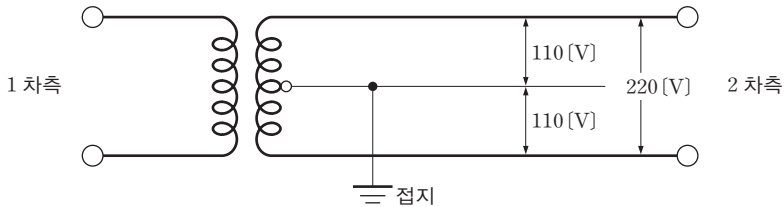
그림 Ⅱ-36 단상 3선식 결선(220〔V〕, 110〔V〕)

(3) 3상 3선식(220〔V〕)

3상 3선식 배전 방식은 전압선 3가닥으로 구성하여 배전하는 방식으로 전압은 낮고 전류가 많은 결선 방식이다. 전류가 선로에 많이 흐르기 때문에 선로 손실이 커지는 단점이 있다. 하지만 고압 수용의 구내 설비의 경우 변압기 1대 고장시 V결선으로 공급이 가능하다는 장점이 있어 아직도 많이 활용하고 있다.
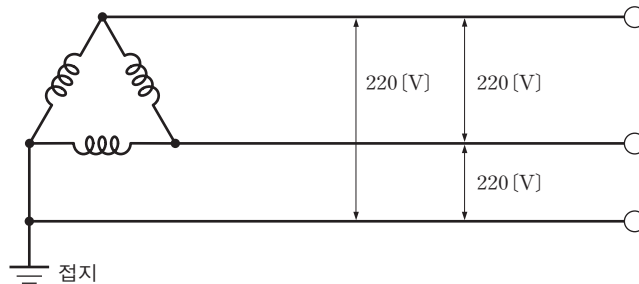
그림 Ⅱ-37 3상 3선식 결선(220〔V〕)

(4) 3상 4선식(380〔V〕, 220〔V〕)

3상 4선식 결선 방식은 단상 변압기 3대를 3상 4선식으로 결선하여 동력과 전등 부하에 전력을 공급할 필요가 있을 때 사용한다. 이 방식은 사용되는 변압기의 용량을 3대 모두 동일한 용량을 사용하는 방식과, 1대의 변압기 용량은 크게, 다른 2대의 용량은 작게 구성하여 사용하는 방식이 있다. 동력 전용의 변압기는 용량이 작고, 전등과 동력 공용의 변압기는 용량이 큰 것이 일반적이다. 공급 전압은 동력은 3상 380〔V〕이고 전등은 단상 220〔V〕로 공급할 수 있다. 이 방식도 중성선이 단선되면 단상 부하에 과전압이 인가될 수 있다.
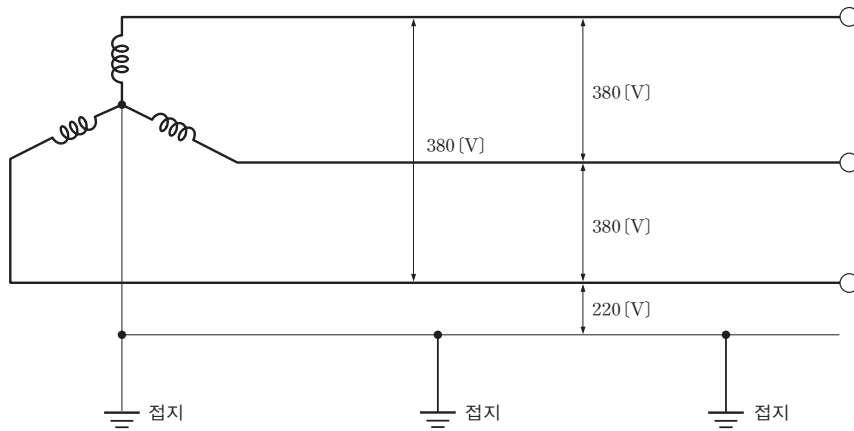
그림 II-38 3상 4선식 결선(380 [V], 220 [V])

3 배전 선로의 시설 방식

1. 가공 배전 선로

(1) 가공 배전 선로의 개요

가공 배전 선로는 지중 배전 선로에 비해 건설이 쉽고, 건설비가 적게 들기 때문에
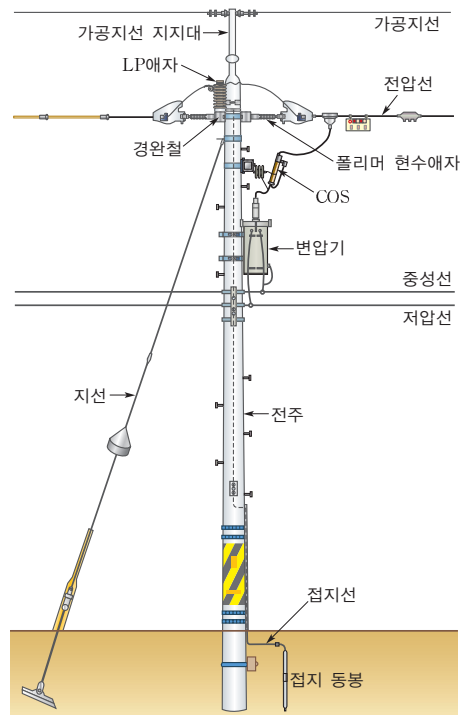
그림 II-39 가공 배전 선로 개요도

가장 많이 적용하고 있는 배전 방식이다. 가공 배전 선로 시설에는 전선을 지지하고 각종 기기를 설치하기 위한 지지물이 필요하다. 이 지지물로는 주로 콘크리트 전주(concrete pole)가 사용되고 있으며, 이 전주에 각종 전력 기기를 설치하기 위하여 여러 가지 기자재가 필요하다. 전주에는 완철, 래크, 지선과 지주, 전선, 변압기, 개폐기, 보호 기기 등을 설치하게 된다. 이러한 기자재와 기기에 대해 좀 더 자세하게 알아보기로 하자.

(2) 가공 배전 선로의 주요 자재

1) 지지물

㉮ **철근 콘크리트 전주** : 가공 배전 선로의 지지물에는 목주, 철근 콘크리트 전주, 배전용 강관 전주, 철주, 철탑 등이 있다. 이러한 지지물 중 배전 선로에서 가장 많이 사용하고 있는 지지물은 철근 콘크리트 전주이다. 철근 콘크리트 전주는 일반용과 중하중용으로 구분하여 시설하고 있다. 우리나라의 배전 선로에는 일
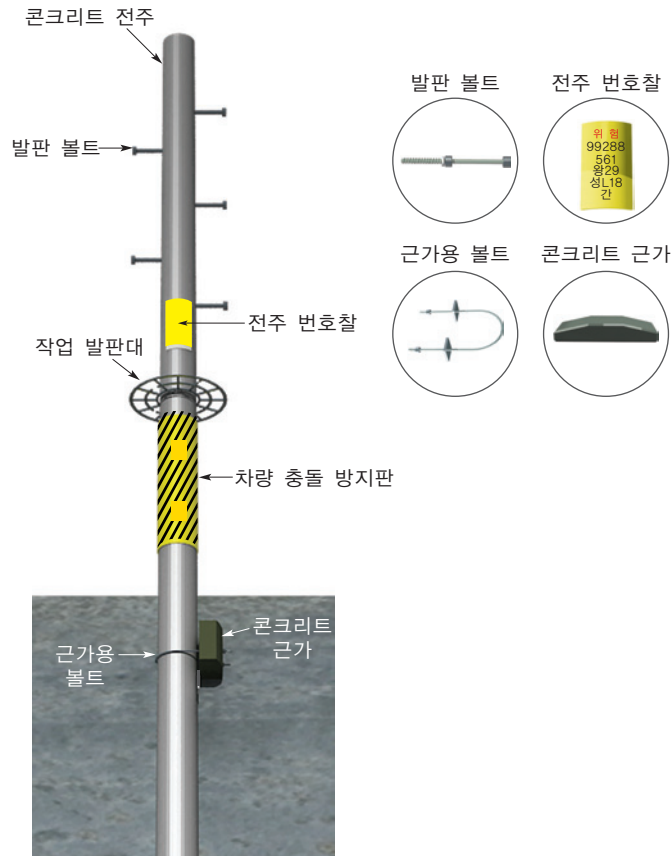
그림 II-40 철근 콘크리트 전주

반용 전주가 주로 사용되고 있으나, 태풍이 심한 해안 지역에 시설된 선로, 전력 설비가 많이 설치된 복잡한 선로 등에는 중하중용 전주를 사용하고 있다. 배전 선로에 주로 사용하고 있는 전주의 종류에는 10〔m〕, 12〔m〕, 14〔m〕, 16〔m〕 등이 있다.

㈏ **배전용 강관 전주** : 배전용 강관 전주는 철근 콘크리트 전주보다 더 강한 설계 하중이 필요하거나 전주 운반이 어려운 경우에 사용하고 있다. 일반적으로 3, 4개의 강관을 볼트로 연결하는 구조로 만들어진 배전용 강관 전주는 6〔m〕, 8〔m〕, 9〔m〕, 11〔m〕, 14〔m〕, 18〔m〕, 20〔m〕 등이 있다. 최근에는 주변 여건과 환경 친화적 배전 설비 구축을 위해 컬러 강관 전주와 곡선형 강관 전주 등도 사용되고 있다.

그림 Ⅱ-41 컬러 강관 전주
(공원, 관광지 등 주변 경관과 조화가 요구되는 곳)

그림 Ⅱ-42 곡선형 강관 전주
(이격 거리 확보가 필요한 개소에 설치)

2) 완철과 래크

배전 선로에 전선을 가선할 때 전선을 지지하는 금구류는 완철과 래크가 대표적으로 사용되고 있다. 완철은 특고압 선로를 지지하는 기자재로 우리나라의 경우 수평으로 전선을 배열하여 사용하고 있다. 완철의 종류에는 경완철과 ㄱ형 완철이 있는데, 경완철이 무게가 가볍고 시공성이 좋아서, 대부분의 특고압 배전 선로에는 경완철을 사용하고 있으며, 특별히 배전 선로가 장경간을 횡단하거나 큰 장력이 걸리는 곳에 설치되는 경우에 제한적으로 ㄱ형 완철을 사용하기도 한다. 완철의 규격은 900〔mm〕, 1,400〔mm〕, 1,800〔mm〕, 2,400〔mm〕 등이 있다.

저압선은 래크를 사용하여 수직으로 가선하는 것을 원칙으로 하고 있다. 저압용 애

그림 Ⅱ-43 경완철이 설치된 전주
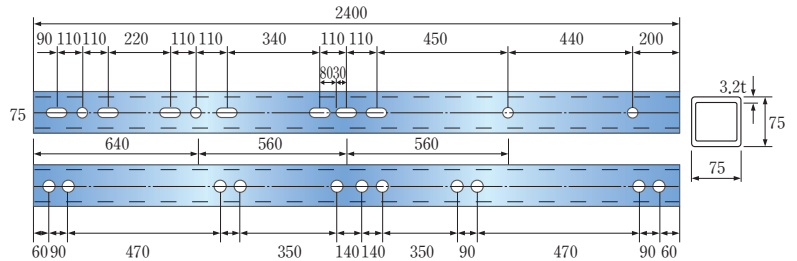
그림 Ⅱ-44 경완철(2400〔mm〕)

자를 사용하여 저압선 또는 특고압의 중성선을 가선하는 데 사용한다. 이러한 래크의 종류에는 그림 Ⅱ-45와 같이 1선용, 2선용, 3선용 그리고 4선용이 있으며, 그림 Ⅱ-46은 2선용 래크에 저압선을 가선한 모습이다.

그림 Ⅱ-45 래크
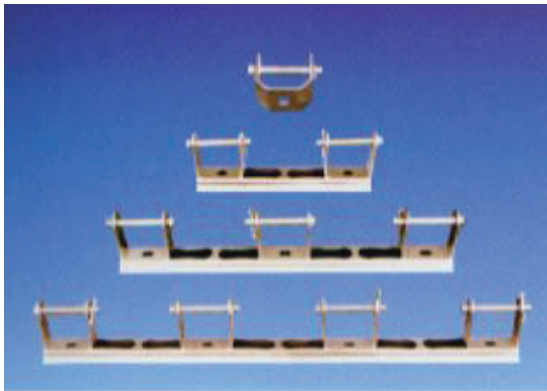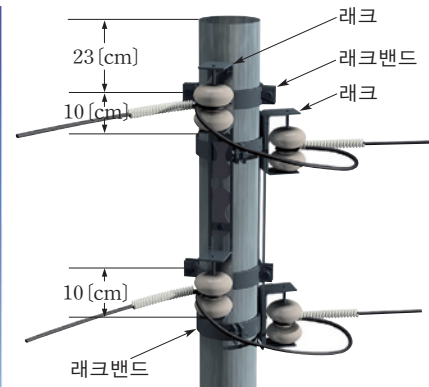
그림 Ⅱ-46 2선용 래크 설치 모습

3) 전선

배전 선로는 대부분 도심지 또는 인가 지역에 시설하기 때문에 일반인의 전기 안전 사고가 우려된다. 또 건물이나 가로수 등과 같은 물체의 접촉에 의한 선로 고장이 발생할 가능성도 매우 높다. 따라서 배전 선로의 중성선을 제외한 모든 전선은 절연 전선을 사용하고 있다. 전선의 굵기 선정은 전압 강하, 허용 전류, 기계적 강도 등을 고려하여 선정하게 된다.

배전 선로에 사용되는 전선 재료의 구비 조건과 특성은 84쪽 송전선의 조건을 참조하면 된다.

㉮ **강심 알루미늄 연선** : 강심 알루미늄 연선(ACSR)은 피복이 없는 나전선이며 송전 선로에서뿐만 아니라 배전 선로의 특고압 중성선으로 많이 사용하고 있다. 그림 Ⅱ-47은 ACSR 전선의 사진이다.
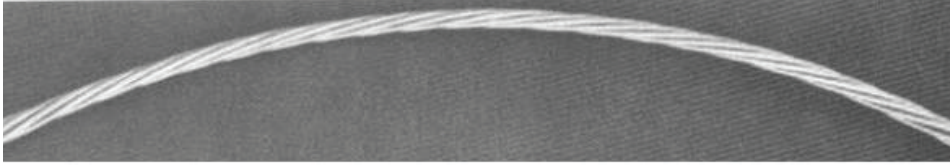
그림 Ⅱ-47 ACSR 전선

㉯ **강심 알루미늄 절연 전선** : 강심 알루미늄 절연 전선(ACSR/OC)은 특고압 배전 선로의 전압선으로 가장 많이 사용하고 있다. 전선의 재질은 알루미늄이고, 그 위에 피복을 하여 절연(절연체는 가교 폴리에틸렌)하였다. 전선의 인장 하중을 높이기 위하여 전선 중심부에 강심을 넣었고, 도체의 모양은 원형일 때 나타나는 전선간 공극을 없애기 위하여 그림 Ⅱ-48과 같이 부채꼴로 만들었다. 이 모양을 S/B(smooth body) 형상이라고 한다. 배전 선로에서 주로 사용하고 있는 전선의 규격은 32〔mm^2〕, 58〔mm^2〕, 95〔mm^2〕, 160〔mm^2〕, 240〔mm^2〕 등이 있다.

그림 Ⅱ-48 강심 알루미늄 절연 전선 단면

㉰ **옥외용 비닐 절연 전선** : 옥외용 비닐 절연 전선(OW: outdoor weather proof polyvinyl chloride insulated wires)의 재질은 동으로 동선 위에 피복을 하여 절연하고 있다. 이 전선은 저압 배전 선로의 전압선으로 사용되고 있다. 배전 선로에서 주로 사용하고 있는 전선의 규격은 22〔mm^2〕, 38〔mm^2〕,

60〔mm²〕, 100〔mm²〕, 150〔mm²〕 등이 있다.

그림 II-49 OW 전선

㉣ 인입용 비닐 절연 전선 : 인입용 비닐 절연 전선(DV: polyvinyl chloride insulated drop wires)의 재질은 동으로 되어 있고, 동선 위에 피복하여 절연하며, 각각 절연된 2가닥 또는 3가닥의 전선이 서로 꼬인 것이 특징이다. 이 전선은 전주와 수용가 사이를 연결하는 인입용 전선으로 사용되고 있다. 배전 선로에서 주로 사용하고 있는 전선의 굵기는 2.6〔mm〕, 3.2〔mm〕 등이 있다.
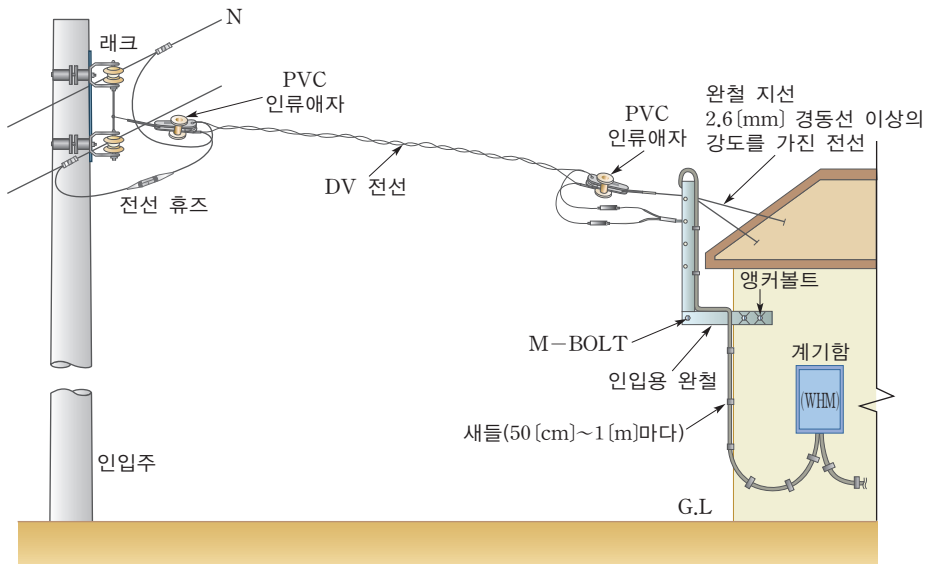
그림 II-50 인입용 비닐 절연 전선을 이용한 인입선 배선

4) 애자류

배전선을 지지, 연결하고 완철과 전선 사이를 절연하기 위해 사용되는 애자류는 라인 포스트 애자, 현수 애자, 폴리머 애자 등이 있다.

㉮ 라인 포스트 애자 : 라인 포스트(LP: line post) 애자는 배전 선로의 전압선이 절연전선이고, 장주의 형태가 직선주인 경우나 점퍼용으로 설치된 경우에 사용되

고 있다. 그림 Ⅱ-51과 그림 Ⅱ-52는 LP 애자의 종류별 사진이며, 그림 Ⅱ-53은 이것이 전주에 설치된 모양이다.

그림 II-51 일반형 LP 애자

그림 II-52 내염형 LP 애자
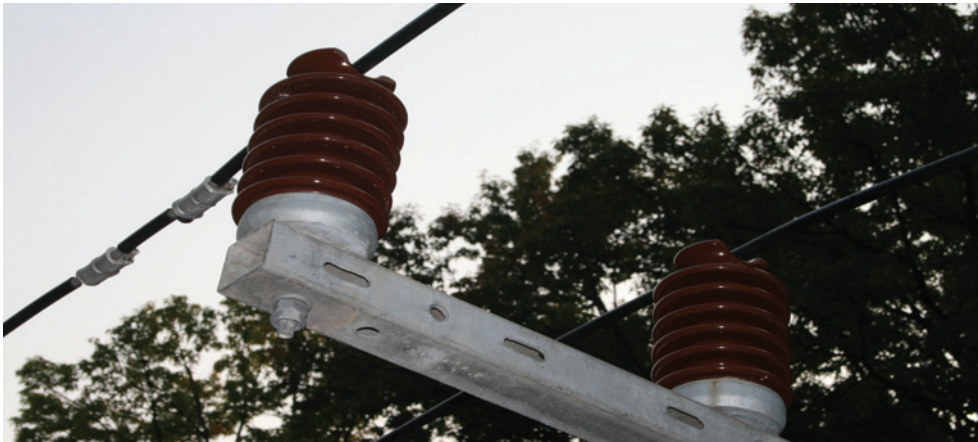
그림 II-53 LP 애자 설치 모습

㈏ **현수 애자** : 특고압 배전 선로에 사용하는 현수 애자는 선로의 종단, 선로의 분기, 수평 각도가 30° 이상인 개소와 전선의 굵기가 변경되는 지점, 개폐기 설치 전주 등에 사용하고 있다. 그림 Ⅱ-54는 현수 애자가 2련으로 설치된 모습이며, 내오손과 염해 지역은 그림 Ⅱ-55와 같이 3련으로 설치하고 있다.

㈐ **폴리머 애자** : 폴리머 애자의 재질은 실리콘(silicone) 또는 EPDM(ethylene propylene diene monomer)으로 되어 있다. 이 애자는 염해 지역에 적합한 특성을 가지고 있어, 해변이나 도서 지역 등에 현수 애자 대용으로 사용되었으
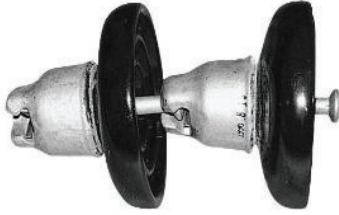
그림 II-54 현수 애자

그림 II-55 현수 애자 설치 모습

나, 최근에는 적용이 늘어나고 있는 추세이다. 그림 Ⅱ-56은 EPDM 재질의 폴리머 현수 애자이고, 그림 Ⅱ-57은 재질이 실리콘인 폴리머 현수 애자이다.
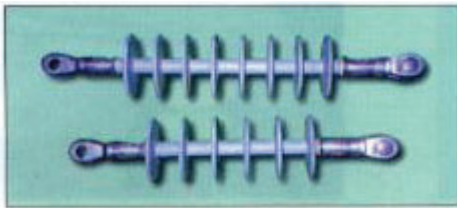
그림 II-56 폴리머 현수 애자(EPDM)
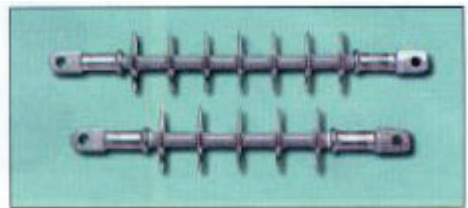
그림 II-57 폴리머 현수 애자(실리콘)

5) 개폐기

개폐기는 배전 계통에 선로 고장이 발생하거나 휴전 작업을 하는 경우 부하의 절환, 구간의 축소, 그리고 계통의 병렬 운전 등을 위해 설치하고 있다. 배전 선로에 설치하여 운용하고 있는 개폐기로는 SF_6 가스를 사용한 가스 개폐기(GS : gas switch)와 폴리머로 절연하는 폴리머 개폐기가 사용되고 있다.

그림 II-58 가스 개폐기

그림 II-59 가스 개폐기 설치 모습

6) 주상 변압기

배전 선로의 전주에 설치하는 변압기를 주상 변압기라고 한다. 22.9〔kV〕 배전 선로에 사용되는 변압기는 1차측 코일의 한쪽 끝을 배전 선로의 중성선과 연결하도록 되어 있다. 이러한 형태의 변압기를 일단 접지 주상 변압기라고 한다. 이 변압기는 선로 1차측 상전압 13,200〔V〕를 220〔V〕 등으로 강압하여 저압 전력 설비에 공급하게 된다. 일단 접지 주상 변압기의 용량은 10〔kVA〕, 15〔kVA〕, 20〔kVA〕, 30〔kVA〕, 50〔kVA〕, 75〔kVA〕, 100〔kVA〕, 150〔kVA〕 등이 있다.

변압기 철손은 철심 재료의 특성에 따라 크게 좌우되는데, 철손을 줄이기 위해 규소 강판의 두께를 매우 얇게 한 극박 규소 강판의 개발이 진행되고 있고, 철심의 재질을 아몰퍼스 재질로 제작한 아몰퍼스 변압기가 실용화되어 사용되고 있다.

그림 II-60 주상 변압기

그림 II-61 변압기 설치 모습

2. 지중 배전 선로

(1) 지중 배전 선로의 개요

1973년 서울 효자동과 광화문 구간의 지중 배전 선로를 시작으로 우리나라 배전 선로의 지중화가 시작되었다. 지중 배전 설비는 다회선 배전 선로 건설이 필요한 변전소 인출 개소, 고가도로, 고속도로, 철도 등 횡단 개소, 가공 배전 선로 건설이 곤란한 부하 밀집 지역, 대단위 신규 개발 지역 등 선로 지중화가 필요한 곳을 대상으로 시공하

고 있다. 지중 배전 선로는 가공 배전 선로에 비해 도시 환경과의 조화, 공급 신뢰도의 향상, 그리고 도시 밀집 지역에 전력 공급 능력 확보 등이 유리하다. 표 Ⅱ-5는 가공 배전과 지중 배전 방식을 비교해 나타낸 것이다.

표 Ⅱ-5 가공 배전과 지중 배전 방식의 비교표

구분	가공 배전	지중 배전
공급 능력	동일 루트에 4회선 이상 전력 공급 곤란	동일 루트(route)에 다회선 가능하여 도심 지역에 적합
외부 영향	전력선 접촉이나 기상 악화에 따른 정전 빈도 높음	외부 기상 여건 등의 영향 거의 없음
유지 보수	설비의 지상 노출로 보수 업무 많은 편임	노출 설비가 적어 보수 업무 비교적 적음
환경 미화	도심 환경 저해 요인	쾌적한 도심 환경 조성
건설비	지중 설비에 비해 저렴	건설 비용 고가
건설 기간	단기간 소요	장기간 소요
고장 복구	고장점 발견과 복구가 용이함	고장점 발견과 복구가 어려움
송전 용량	발생 열의 냉각이 수월해 송전 용량이 높은 편임	발생 열의 냉각이 어려워 가공 전선에 비해 송전 용량이 낮음
고장 형태	조류, 수목 접촉, 재해 등에 의한 고장 발생	외상 사고, 접속 개소 시공 불량에 의한 고장 발생

(2) 지중 배전 계통

1) 특고압 지중 배전 계통

특고압 지중 배전 계통은 고장이 발생할 경우 가공 계통에 비해 복구에 장시간이 걸리기 때문에 공급 신뢰도를 높이기 위하여 다른 계통으로 전환이 가능한 환상 방식이 주로 사용되고 있다. 좀 더 높은 공급 신뢰도가 요구되는 경우에는 스폿 네트워크(spot network) 방식을 적용하고 있다.

2) 저압 지중 배전 계통

저압 지중 배전은 대부분 지중 변압기에서 방사상 인입 방식으로 구성되어 있다. 지역에 따라 소형 핸드홀이나 저압 분기 장치 등을 통해 지중 인입선으로 시설하는 방법, 또는 인근 수용가 구내에서 지중 연접 인입선으로 시설하는 방법 등이 채택되어 사용되고 있다.
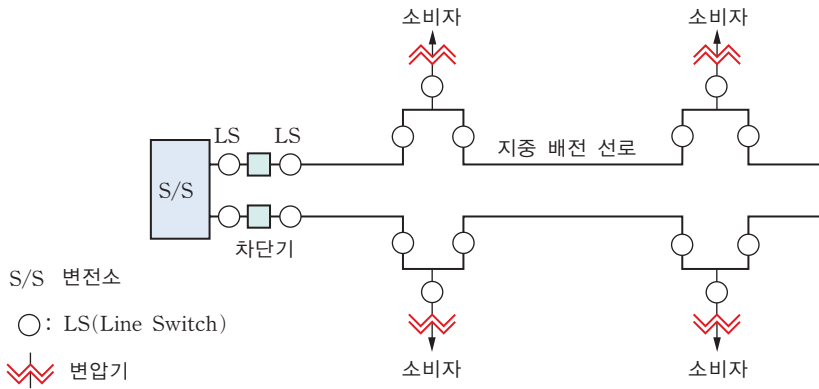
그림 II-62 환상 지중 배전 방식

(3) 케이블 포설 방식

지중 배전 선로의 포설 방식에는 직매식, 관로식, 전력구식 등이 있다.

1) 직매식

전력 케이블을 직접 지중에 매설하는 방식으로, 케이블 보호재로 트러프를 사용하여 케이블을 보호하며, 모래를 충진한 뒤 뚜껑을 덮고 되메우기 하는 방식이다. 차량 등의 압력을 받는 곳에서는 1.2〔m〕, 보도 등 기타의 곳에서는 0.6〔m〕 이상으로 시공해야 한다.

그림 II-63 트러프
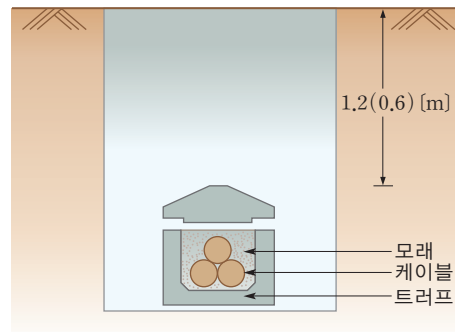
그림 II-64 직매식 단면도

2) 관로식

합성수지 파형관, PVC 직관, 강관, 흄관 등 파이프를 사용하여 관로를 구성한 뒤 케이블을 부설(敷設)하는 방식으로 일정 거리의 관로 양끝에는 맨홀을 설치하여 케이블을 설치하고 접속한다. 유지 보수의 편이성 때문에 현재는 주로 이 방식을 사용해 케이블을 포설하고 있다.
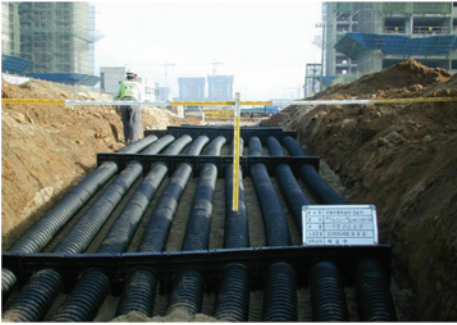
그림 II-65 관로식 시공 모습
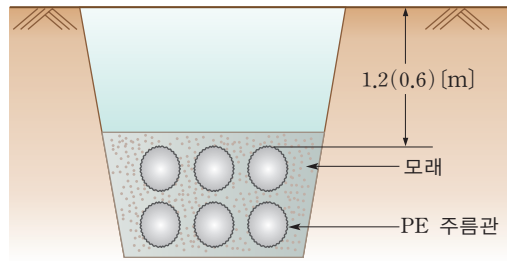
그림 II-66 관로식 단면도

3) 전력구식

전력구식은 터널과 같이 상부가 막힌 형태의 지하 구조물에 포설하는 방식이다. 내부 벽측에 케이블을 부설하고 유지 보수 작업을 위한 작업원의 통행이 가능한 크기로 제작되어 건설비가 많이 소요된다. 주로 다회선 인출 지점에 적용한다. 가스, 통신, 상하수도 관로 등과 전력 설비를 동시에 설치하는 공동구식도 전력구식의 일종이다.

그림 II-67 전력구
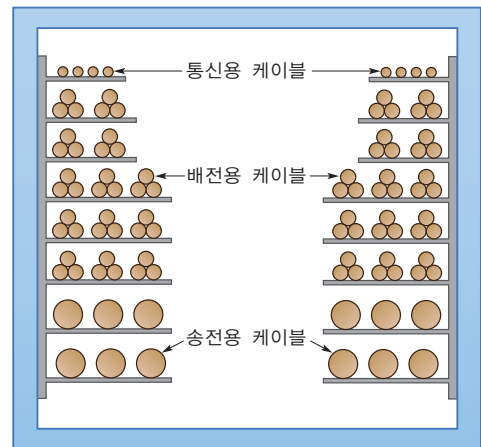
그림 II-68 전력구식 단면도

(4) 지중 배전 선로의 주요 기기와 기자재

1) 전력 케이블

㉮ 특고압 지중 케이블 : 특고압 지중 케이블(CNCV: concentric neutral cross-linked polyethylene insulated polyvinyl chloride sheathed cable)은 다중 접지 배전 방식의 지중 선로용으로 사용되고 있다. 이 케이블은

도체와 중성선이 동선으로 되어 있으며, 일반적으로 사용되고 있는 케이블의 도체 굵기는 간선에 사용하는 325〔mm^2〕, 분기 선로에 사용하는 200〔mm^2〕, 그리고 변압기 선로에 사용하는 60〔mm^2〕가 있다. 최근에는 기존 CNCV 케이블에 콤파운드를 충진해 도체를 통한 수분의 이동을 막은 수밀형 특고압 지중 케이블(CNCV－W: concentric neutral cross－linked polyethylene insulated polyvinyl chloride sheathed cable water proof)을 케이블과 기기의 접속점에 적용하고 있다.

㈏ **난연성 특고압 지중 케이블** : 난연성 특고압 지중 케이블(FR－CNCO－W: flame retardant concentric neutral cross－linked polyethylene insulated polyolefin chloride sheathed cable water proof)은 불과 열에 강한 소재로 만든 케이블로 변전소 케이블 처리실, 전력구, 공동구 등에 설치하여 사용하고 있다.

㈐ **600〔V〕 CV 케이블** : 지중 배전 저압 선로에는 600〔V〕 CV 케이블을 쓰며 그림 Ⅱ－70은 이의 구조를 나타낸 것이다. 지중 배전 저압선은 특고압 지중 케이블과는 달리 중성선을 따로 설치해야 한다. 저압 케이블의 규격은 저압 지중 계통 구성 방식, 부하 전류와 전압 강하 등을 고려해 선정하는데, 저압 간선에는 240〔mm^2〕가 쓰이고 있다.

그림 Ⅱ－69 CNCV케이블의 구조
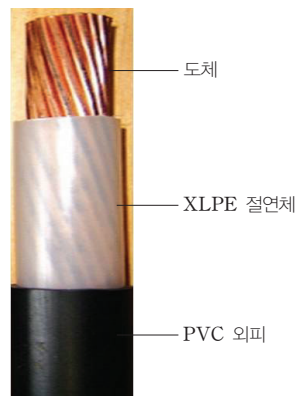
그림 Ⅱ－70 600〔V〕 CV 케이블의 구조

2) 지상 변압기

지상 변압기는 지중 배전 계통에서 수용가에 저압(380〔V〕, 220〔V〕)을 공급하기 위해 설치된다. 변압기 내부 단락 사고 등에 대비하여 내부에 퓨즈를 내장하고 있으며, 스테인리스 외함을 사용하여 내부를 보호하고 있다. 또한 변압기의 단락, 절연 파괴 등으로 본체의 내부 압력이 급격히 상승하는 경우 안전을 위하여 이를 신속히 외부로 배출할 수 있도록 순간 압력 저감 장치를 부착하고 있다. 변압기의 규격은 단상용과 3상용으로 구분하고, 가공용 주상 변압기보다는 용량이 크게 제작되며 3상 변압기의 경우 최대 500〔kVA〕까지 사용하고 있다.

그림 II-71 지상 변압기

그림 II-72 지상 변압기 내부

3) 지상 개폐기

지상 설치형 지중 개폐기는 22.9〔kV〕 지중 배전 선로의 지상 또는 지중에 설치하여 선로 분기 또는 선로 구분, 인입 개폐 장치로 사용되고 있다. 주로 SF_6 가스를 사용하여 절연하는 제품이 사용되고 있으나, 고체 절연(에폭시 몰드) 개폐기도 개발되어 사용 중에 있다.

그림 II-73 지상 개폐기

그림 II-74 지상 개폐기 내부

4 배전 선로의 보호

1. 배전 선로 보호의 개념

우리나라의 배전 선로는 대부분이 가공 전선으로 되어 있으므로 비, 바람, 낙뢰 등과 같은 자연환경에 많은 영향을 받게 된다. 최근에는 교통량의 증가와 더불어 차량과 배전 설비의 충돌 사고, 건설 현장에서 고층 건물의 전력선 접촉 사고, 까치 등 조류에 의한 사고도 증가하고 있는 추세이다. 따라서 이와 같은 고장을 줄이고, 고장 구간을 축소하기 위하여 다양한 방식의 배전 선로 보호 장치들이 설치, 운영되고 있다. 배전 선로 보호 장치는 고장 발생시 선로에 흐르는 과전류를 계전기를 통해서 검출해 정해진 정정값 이상이 되면 차단기가 동작하여 고장 구간을 계통으로부터 안전하게 분리하는 방식을 적용하고 있다. 최근에는 IT기술의 발달에 의해 배전 선로에 설치되어 있는 보호 기기와 개폐기를 원격으로 조정하고, 고장 위치 정보를 실시간으로 파악할 수 있는 배전 자동화 시스템이 운영되고 있다.

2. 배전 보호 기기의 종류

배전 선로 보호를 위하여 사용되고 있는 보호 기기로는 자동 재폐로 차단기(recloser), 고장 구간 자동 개폐기(ASS : automatic section switch), 선로용 퓨즈(line fuse) 등이 있다.

(1) 자동 재폐로 차단기

가공 배전 선로의 주상에 설치해 운영하며, 선로에 흐르는 전류를 상시 감시하다가 설치점의 부하측에서 설정값 이상의 과전류가 발생하면 자동적으로 차단과 재폐로를 반복하여 순간 고장일 경우에는 투입 상태를 유지하고 일시 고장일 경우에는 완전 개

그림 II-75 자동 재폐로 차단기

그림 II-76 고장 구간 자동 개폐기

방(lock-out)되어 고장 구간을 분리하는 배전 선로의 대표적인 보호 기기이다. 재폐로는 최대 3회까지 할 수 있다.

(2) 고장 구간 자동 개폐기

고장 구간 자동 개폐기는 주로 수전 설비의 책임 분계점에 설치되어 수전 설비의 고장이 배전 선로에 파급되는 것을 막기 위하여 설치하는 장치이다. 일반적으로 개폐기는 차단 기능이 없지만 고장 구간 자동 개폐기는 약 800〔A〕 이하의 전류를 차단할 수 있는 기능을 가지고 있으며, 800〔A〕를 넘는 고장 전류가 발생하는 경우에는 전원 측의 보호 기기 등이 동작하여 선로가 무전압 상태가 되면 스스로 개방하여 고장점을 배전 선로로부터 분리하는 역할을 한다.

3. 배전 자동화 시스템

배전 자동화 시스템(DAS : distribution automation system)은 배전 선로 중앙 제어실에 설치된 컴퓨터와 개폐기에 부설된 단말장치를 유·무선 통신으로 서로 연결하여 원거리 현장에 산재되어 있는 배전 선로용 개폐기의 투입, 개방 상태 감시와 제어를 수행하고 전압, 전류 등을 계측하며 고장 발생시에는 자동으로 고장 구간을 확인하여 배전 선로 계통 운전을 자동으로 수행하는 시스템이다.
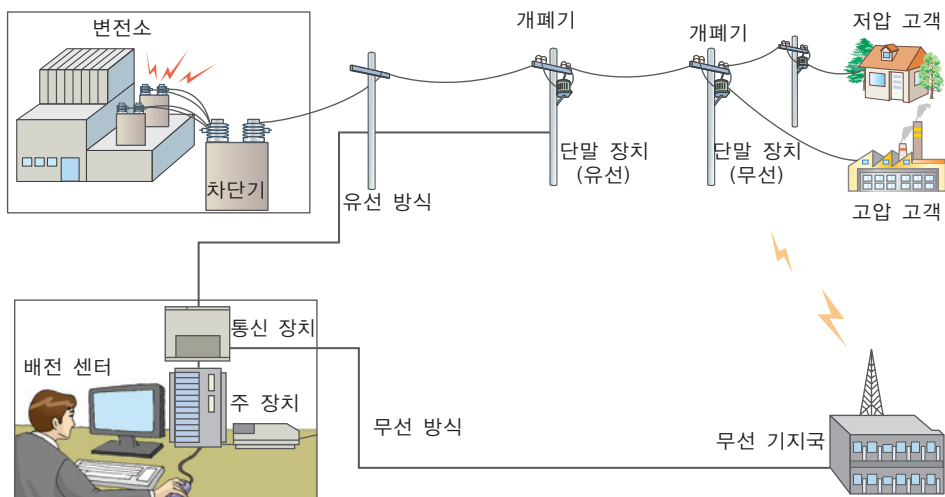
그림 Ⅱ-77 배전 자동화 시스템 개념도
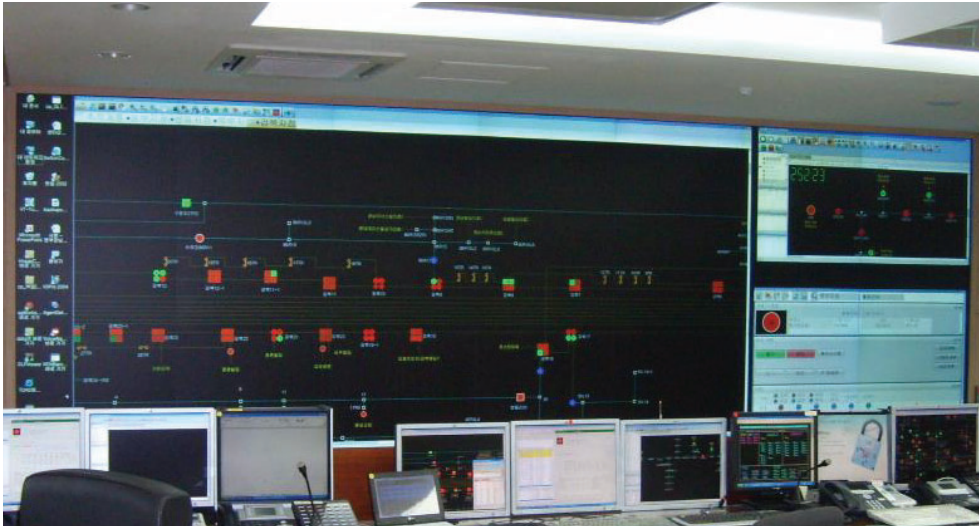
그림 II-78 배전 자동화 운영센터

5 무정전 공법

배전 선로에 고장이 발생하여 정전이 되는 경우를 고장 정전이라 하고, 선로의 유지, 보수를 위하여 일시적으로 정전을 발생시키는 경우를 작업 정전이라 한다. 작업 정전이 전체 정전 중 많은 부분을 차지하기 때문에 정전 시간을 줄이기 위해 정전을 시키지 않은 상태에서 작업하는 무정전 공법이 널리 사용되고 있다. 무정전 공법의 종류에는 활선(活線) 공법과 임시 송전 공법 등이 있다.

1. 활선 공법

활선 공법은 충전 상태에 있는 전력선을 활선 장구를 이용하여 작업하는 공법이다. 이러한 활선 공법은 간접 활선 공법과 직접 활선 공법으로 나누어진다. 간접 활선 공법은 고압 이상의 전압이 인가된 선로나 기기에서 배전 활선 전공이 활선 공구를 이용하여 간접적으로 작업을 시행하는 공법이며, 직접 활선 공법은 활선 작업차의 버킷에 승탑하여 고무장갑 등의 보호 장구를 착용하고 선로를 직접 작업하는 공법이다.

그림 Ⅱ-79 간접 활선 공법

그림 Ⅱ-80 직접 활선 공법

2. 임시 송전 공법

임시 송전 공법은 가공 배전 선로에서 배전 활선 작업 대상 설비 이외의 설비에 대하여 정전 없이 작업을 시행하기 위하여 적용하는 공법으로 공사용 개폐기 공법, 바이패스 케이블 공법, 이동용 변압기차 공법 등이 있다.

탐 | 구 | 활 | 동

가공 배전 선로 전선의 종류와 쓰임새를 알아보고, 중성선의 역할에 대하여 탐구해 보자.

단원 학습 정리

1 배전 선로의 개요 : 배전 전압 3상 22.9〔kV〕, 주상 변압기 2차 380〔V〕/220〔V〕

2 배전 선로의 배전 방식 : 특고압 배전 방식, 저압 배전 방식(단상 2선식, 단상 3선식, 3상 3선식, 3상 4선식)

3 배전 선로의 시설 방식

(1) 가공 배전 선로 : 건설이 쉽고 건설비가 적게 들기 때문에 가장 많이 적용하고 있는 배전 방식으로, 지지물, 완철과 래크, 전선, 애자류, 개폐기, 주상 변압기 등이 있다.
(2) 지중 배전 선로 : 특고압 지중 배전 계통과 저압 지중 배전 계통으로 나뉘며, 케이블 포설 방식에는 직매식, 관로식, 전력구식이 있다. 기자재로는 케이블, 지상 변압기, 지상 개폐기가 있다.

4 배전 선로의 보호

(1) 배전 선로 보호의 개념 : 과전류를 계전기로 통해서 검출해 정정값 이상이 되면 차단기가 동작, 고장 횟수를 줄이고 고장 구간을 축소하는 것
(2) 배전 보호 기기의 종류 : 자동 재폐로 차단기, 고장 구간 자동 개폐기, 선로용 퓨즈, 배전 자동화 시스템

5 무정전 공법 : 정전을 시키지 않은 상태에서 작업하는 것

(1) 활선 공법 : 간접 활선 공법, 직접 활선 공법
(2) 임시 송전 공법 : 공사용 개폐기 공법, 바이패스 케이블 공법, 이동용 변압기차 공법

단원 종합 문제

1 가공 배전 선로에 사용되는 주요 기자재가 아닌 것은?

① 철근 콘크리트 전주 ② 경완철 ③ 아킹혼
④ 폴리머 애자 ⑤ 지선

2 배전 선로 지지물에 대한 설명 중 틀린 것은?

① 철근 콘크리트 전주가 가장 많이 사용되고 있다.
② 가장 높은 철근 콘크리트 전주는 20〔m〕이다.
③ 강한 설계 하중이 필요한 개소에는 강관 전주를 사용한다.
④ 환경 친화적 설비 구축을 위해 컬러 강관 전주를 사용한다.
⑤ 곡선형 강관 전주를 사용하는 이유는 이격 거리 확보를 위해서이다.

3 배전 선로에서 사용하고 있는 전선의 용도와 선종을 올바르게 연결하시오.

① ACSR	•	㉠ 특고압 중성선
② OW	•	㉡ 저압 중성선
③ ACSR/OC	•	㉢ 특고압 전압선
④ DV	•	㉣ 저압 인입선
⑤ WO	•	㉤ 저압 전압선

4 완철과 래크에 대한 설명 중 옳은 것은?

① ㄱ형 완철이 가벼워서 주로 사용된다.
② 우리나라는 경완철을 수직으로 사용한다.
③ 완철은 저압선로, 래크는 고압선로에 사용한다.
④ 래크는 특고압 선로의 중성선용으로 사용한다.
⑤ 경완철의 최대 규격은 3,000〔mm〕이다.

5 배전 선로 보호에 대한 설명 중 <u>틀린</u> 것은?

① 보호 장치로 자동 재폐로 차단기, 고장 구간 자동 개폐기 등이 있다.
② 자동 재폐로 차단기는 고장 전류를 차단하여 정전 구간을 줄이는 대표적인 보호 장치이다.
③ 고장 구간 자동 개폐기는 주로 고객 설비의 재산 한계점에 설치된다.
④ 배전 자동화 시스템으로 원거리의 개폐기를 원격으로 제어할 수 있다.
⑤ 자동 재폐로 차단기는 최대 4회까지 재폐로를 실행할 수 있다.

정답 | **1** ③ **2** ② **3** ①-㉠, ②-㉤, ③-㉢, ④-㉣, ⑤-㉡ **4** ④ **5** ⑤

인용 및 참고 문헌

- 대한전기학회(2006). 「최신 배전시스템 공학」. (주) 북스힐.
- 송길영(2003). 「최신 송배전공학」. 동일출판사.
- 송길영(2005). 「신편 전력계통공학」. 동일출판사.
- 이은학 외 4인(2004). 「송배전공학」. 동일출판사.
- 한국전력(2009). 「신입송변전기초 Ⅰ」. KEPCO Academy.
- 한국전력(2009). 「신입송변전기초 Ⅱ」. KEPCO Academy.
- 한국전력(2009). 「배전실무반교재 Ⅰ」. KEPCO Academy.
- 한국전력(2009). 「배전실무반교재 Ⅱ」. KEPCO Academy.
- 한국전력(2009). 「무정전 공법 기초」. KEPCO Academy.